

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
POTENTILLA FRUTICOSA (ROSACEAE)**

А.Ю. Луговская¹, Е.П. Храмова², Л.К. Трубина¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Сибирская государственная геодезическая академия”, 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, e-mail: aulyg@mail.ru

² Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, 630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: khramova@ngs.ru

Приведены результаты исследования влияния транспортно-промышленного загрязнения на *Potentilla fruticosa* L. Установлено, что растения *P. fruticosa* в ответ на техногенное воздействие проявляют реакцию, заключающуюся в сокращении размеров ассимиляционных органов, длины годичных побегов, черешка листа и в процессах снижения синтеза фенольных соединений. Показано, что качество окружающей среды урбанизированной территории по интенсивности накопления фенольных соединений в листьях и величине флуктуирующей асимметрии конечной доли соответствует высокому уровню загрязнения.

Ключевые слова: *Rosaceae*, *Potentilla fruticosa* L., морфологические показатели, фенольные соединения, флуктуирующая асимметрия, транспортно-промышленное загрязнение.

**ESTIMATION OF INFLUENCE TRANSPORTATION AND INDUSTRIAL POLLUTION
ON MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICES
POTENTILLA FRUTICOSA (ROSACEAE)**

A.Yu. Lugovskaya¹, E.P. Khramova², L.K. Trubina¹

¹ Siberian State Geodesic Academy, 630108, Novosibirsk, Plahotnogo str., 10, e-mail: aulyg@mail.ru

² Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, 630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: khramova@ngs.ru

Transport and industrial effects on plants *Potentilla fruticosa* L. was studied. It has been established that decreasing the size of the leaf, the length of annual shoot, petiole, and reduced the content of flavonoids of *Potentilla fruticosa*. It is shown that the content of phenolic compounds and fluctuating asymmetry value of *Potentilla fruticosa* terminal lobe a leaf corresponds to a high level of environmental pollution.

Key words: *Rosaceae*, *Potentilla fruticosa* L., morphological parameters, phenolic compounds, fluctuating asymmetry, industrial pollution.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с возрастающей в последнее время антропогенной нагрузкой на объекты окружающей среды использование методов биоиндикации актуально и имеет большое научно-практическое значение. В качестве биоиндикаторов зачастую служат растения. Для их исследования применяют различные подходы, в том числе определяют изменения анатомо-морфологических и физиолого-биохимических показателей. Обнаружение и оценка этих изменений дают достоверную картину условий места обитания растений и отражают состояние городской среды.

Поскольку поступающие в растительный организм вредные компоненты выбросов промышленных предприятий и автотранспорта вызывают широкий спектр изменений, которые можно характеризовать как стресс-индуцируемые, то в качестве индикаторов стрессового состояния зачастую используются пока-

затели флуктуирующей асимметрии (ФА) и концентрации фенольных соединений (ФС). Явление ФА связано с нарушением стабильности развития организма в результате воздействия внешних факторов, в первую очередь – антропогенного (Захаров, 1987). Степень выраженности ФА напрямую зависит от силы воздействия фактора, чем сильнее его воздействие, тем большее отклонение от нормы имеет показатель ФА, что позволяет на макроскопическом уровне использовать ее в качестве меры в оценке стабильности развития организма. Использование фенольных соединений и, в частности флавоноидов, в качестве индикаторов стрессового состояния обусловлено тем, что они в значительно меньшей степени подвергаются катаболическим превращениям и, следовательно, большее время сохраняют информацию о воздействии стресса на растительный организм и непосред-

ственно связаны с процессом фенотипической адаптации (Запрометов, 1993).

Новосибирск – один из крупнейших промышленных городов России со сложной экологической обстановкой по качеству жизненной среды. Приоритетными загрязнителями зафиксированы пыль, диоксид азота, аммиак, оксид углерода, формальдегид, 3,4-бенз(а)пирен.

В качестве объекта исследования выбрана *Potentilla fruticosa* L. – лапчатка кустарниковая или курильский чай кустарниковый из сем. *Rosaceae*. Лапчатка кустарниковая является одним из наиболее красивоцветущих дикорастущих кустарников, привлекает

внимание своей декоративностью и широко используется в зеленом строительстве (Морякина, 1965; Востовская, 1986; Пивкин, Чиндяева, 2002; Древесные растения..., 2008; Davidson, Louz, 1989; Innes et al., 1989). Вид экологически пластичен, зимостоек, успешно интродуцирован и продуцирует достаточно высокое количество флавоноидов – до 7 % (Триль и др., 1995; Храмова, 1999; Николаева и др., 2001; Tomczyk et al., 2010).

Цель работы заключалась в изучении изменений морфологических и биохимических показателей листа *P. fruticosa* и оценке состояния городской среды в условиях промышленно-транспортного воздействия в г. Новосибирске.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для исследования взяты растения лапчатки кустарниковой, высаженные на газоне вдоль автомобильной магистрали по ул. Шамшурина в Железнодорожном районе г. Новосибирска, и кустарники, выращенные на интродукционном участке ЦСБС СО РАН, расположенном среди лесного массива в относительно благоприятном с экологической точки зрения районе (Советский район, Академгородок), принятом за контроль.

Согласно данным ряда авторов (Ильин, Сысо, 2001; Пивкин, Чиндяева, 2002), Железнодорожный район относится к районам с неблагоприятной экологической ситуацией. В 2008 г. в течение вегетационного периода основными загрязняющими веществами, дающими превышения ПДК, в Железнодорожном районе г. Новосибирска зафиксированы пыль (взве-

шенные вещества), диоксид азота, аммиак, формальдегид, 3,4-бенз(а)пирен (табл. 1, по данным ЗапСибЦМС г. Новосибирска). Для сравнения приведены результаты по содержанию примесей в воздухе Советского района, полученные непосредственно в жилой зоне Академгородка вблизи шоссе, что дает основание считать их несколько завышенными для территории ЦСБС.

С каждого растения равномерно по всей кроне отбирали по 5–10 годичных побегов в фазе массового цветения (30.07.2008 г.). Объем выборки на каждом участке составлял 30–35 особей. Сильно отличающиеся по размеру или имеющие повреждения листья выбраковывались. Морфологические параметры определяли методом компьютерного анализа изображений (Трубина, 2006). Для измерения метрических

Таблица 1

Годовой ход характеристик загрязнения воздуха в г. Новосибирске в 2008 г. (по данным ЗапСибЦМС)

Примесь	Район	Месяц												ПДК
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Взвешенные вещества, мг/м ³	Ж	0.21	0.18	0.26	0.34	0.35	0.22	0.24	0.21	0.29	0.31	0.16	–	0.15
	С	0.12	0.18	0.23	0.16	0.15	0.18	0.20	0.15	0.14	0.11	0.08	–	
Оксид углерода, мг/м ³	Ж	2.3	1.6	2.1	1.7	1.6	2.0	2.2	2.0	1.3	1.4	0.8	–	3
	С	2.5	2.8	1.9	2.0	2.3	2.7	3.2	2.1	2.0	1.7	1.4	–	
Диоксид азота, мг/м ³	Ж	0.129	0.211	0.166	0.136	0.089	0.119	0.131	0.167	0.131	0.140	0.089	–	0.04
	С	0.128	0.146	0.122	0.108	0.092	0.099	0.125	0.137	0.128	0.111	0.061	–	
Оксид азота, мг/м ³	Ж	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.06
	С	0.084	0.097	0.080	0.068	0.060	0.065	0.083	0.090	0.092	0.111	0.057	–	
Аммиак, мг/м ³	Ж	0.019	0.025	0.026	0.030	0.043	0.076	0.040	0.037	0.024	0.060	0.048	–	0.04
	С	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Формальдегид, мг/м ³	Ж	0.027	0.031	0.025	0.021	0.023	0.024	0.027	0.031	0.023	–	–	–	0.003
	С	0.006	0.010	0.010	0.004	0.006	0.011	0.007	0.007	0.006	0.011	0.006	–	
3,4-бенз(а)пирен, нг/м ³	Ж	2.8	2.5	2.1	2.0	1.3	1.4	1.5	1.2	1.5	2.7	–	–	1
	С	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Сажа, мг/м ³	Ж	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	–	0.05
	С	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	–	
Диоксид серы, мг/м ³	Ж	0.003	0.003	0.002	0.001	–	–	–	0.001	0.001	0.001	0.001	–	0.05
	С	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	–	

Примечание. Ж – Железнодорожный, С – Советский районы. Прочерк – данные не определялись.

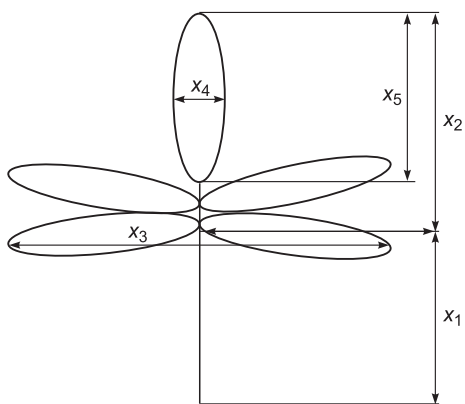


Рис. 1. Порядок измерения метрических характеристик листьев *P. fruticosa*:

x_1 – длина черешка; x_2 – длина листовой пластинки; x_3 – ширина листовой пластинки; x_4 – ширина конечной доли; x_5 – длина конечной доли.

параметров листа проводили съемку цифровой камерой в режиме “макро”, с последующей обработкой снимков и интерпретацией результатов средствами геоинформационных технологий и электронных таблиц, используя программное обеспечение MapInfo и Microsoft Excel 2003. Исходное изображение сначала преобразовывали в декартову систему координат, затем проводили векторизацию растровых изображений с последующим вычислением морфометрических характеристик листовой пластинки – длины, ширины, площади, периметра; измеряли длину годичного побега. Порядок определения метрических характеристик листовых пластинок представлен на рис. 1.

Для оценки величины ФА конечной доли листовой пластинки *P. fruticosa* использовали набор из четырех морфологических признаков, характеризующих стабильность формообразования листа в онтогенезе: 1 – ширина левой и правой половинок листа (от границы центральной жилки до края листа); 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих же жилок (рис. 2).

Интегральный показатель флуктуирующей асимметрии (FA_{ij}) комплекса морфологических признаков

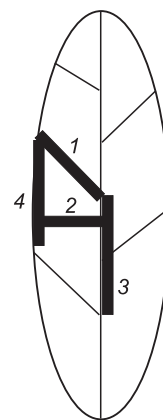


Рис. 2. Измерение показателей по четырем промерам левой и правой половинок конечной доли *P. fruticosa*:

1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй жилки от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок; 4 – расстояние между концами этих же жилок.

листовой пластинки рассчитывали с использованием алгоритма нормированной разности (Захаров и др., 2000):

$$FA_{ij} = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{|L_{ij} - R_{ij}|}{(L_{ij} + R_{ij})},$$

где L_{ij} и R_{ij} – значение j -го признака у i -го листа соответственно слева и справа от плоскости симметрии; m – количество анализируемых признаков; n – объем выборки листьев. По балльной шкале для интегрального показателя величины флуктуирующей асимметрии листа яблони определяли уровень загрязнения окружающей среды (Кузнецов, Гольшкин, 2008).

Определение ФС выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе Agilent 1100 (Agilent Technologies, США) с УФ-спектрофотометрическим детектором и программным обеспечением обработки хроматографических данных ChemStation. Подробное описание методики пробоподготовки, анализа и расчетов приведено нами ранее в работе Е.П. Храмовой и Е.К. Комаревцевой (2008). Результаты обрабатывали с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования установлено, что в условиях города площадь листовой пластинки и конечной доли сократилась в 2 раза, периметр – на 70 и 25 % соответственно, длина и ширина листа – на 50 и 40 % соответственно, длина и ширина конечной доли – в 1.5 и 2 раза, длина черешка снизилась на 50 %, длина годичного побега – на 60 %, количество листьев на побеге – на 22 % по сравнению с контрольными образцами (табл. 2).

Анализ ФА по каждому признаку проводился путем определения дисперсии асимметрии – относительной величины различия в промерах слева и справа, отнесенного к их сумме. Такой подход позволяет выявить экологическую разнородность качества среды и определить степень отклонения от экологического оптимума в каждой конкретной точке. Как показали результаты исследования, величина флуктуирующей асимметрии конечной доли лапчатки кус-

Таблица 2

**Морфологические показатели *P. fruticosa*,
произрастающей в городских и фоновых условиях**

Морфологические параметры	Уличная посадка	Контроль (ЦСБС)
Листовая пластинка:		
площадь, мм ²	190 ± 83*	414 ± 173
периметр, мм	130 ± 31	221 ± 66
длина, мм	22.6 ± 4.1	33.3 ± 5.1
ширина, мм	24.7 ± 6.7	34.4 ± 5.2
Конечная доля:		
площадь, мм ²	38 ± 19	76 ± 32
периметр, мм	26.4 ± 7.7	33 ± 9
длина, мм	12.2 ± 2.7	18 ± 5
ширина, мм	4.2 ± 1.6	9 ± 2
Длина:		
черешка, мм	6.8 ± 1.9	9.9 ± 5.2
побега, мм	90 ± 27	144 ± 35
Количество листьев, шт.	9.2 ± 2.9	11.2 ± 5.2

* Среднее значение ± стандартное отклонение.

тарниковой в обследованных точках варьировала: в уличной посадке – 0.182, в контроле – 0.047 (табл. 3).

Для определения уровня загрязнения окружающей среды использована 5-балльная шкала оценки стабильности развития яблони (Кузнецов, Голышкин, 2008), согласно которой за норму принимается $ФА < 0.100$ (1 балл), переход от нормы к загрязнению $0.100 < ФА < 0.119$ (2 балла), загрязнение $0.120 < ФА < 0.139$ (3 балла), сильное загрязнение $0.140 <$

Таблица 3

**Качество окружающей среды в биотопах
с различным уровнем техногенного загрязнения**

Место произрастания	Величина интегрального показателя ФА	Балл	Содержание общей суммы ФС в листьях
Контроль (ЦСБС)	0.047 ± 0.012*	1	30.84 ± 6.17
Уличная посадка	0.182 ± 0.032	5	15.18 ± 3.04

* То же, что и в табл. 1.

$< ФА < 0.159$ (4 балла), критическое загрязнение $ФА > 0.159$ (5 баллов).

В нашем эксперименте значение ФА в контроле равняется 1 баллу, в уличной посадке – 5 баллам, что соответствует критическому уровню загрязнения.

Далее для оценки промышленно-транспортного влияния в г. Новосибирске на биоту использовано выявление изменений биохимических показателей лапчатки кустарниковой, произрастающей в уличной посадке и контроле, поскольку комплексный подход к оценке качества среды по состоянию живых организмов является одним из наиболее прогрессивных и удобных в применении методов.

Фенольные соединения играют значимую роль в адаптации растений к неблагоприятным факторам. Изменение их содержания представляется механизмом защиты от обширного окислительного повреждения фотосинтетического аппарата в ответ на воздействие на растение тех или иных факторов (Харборн, 1985; Запрометов, 1993; Harborne, William, 2000).

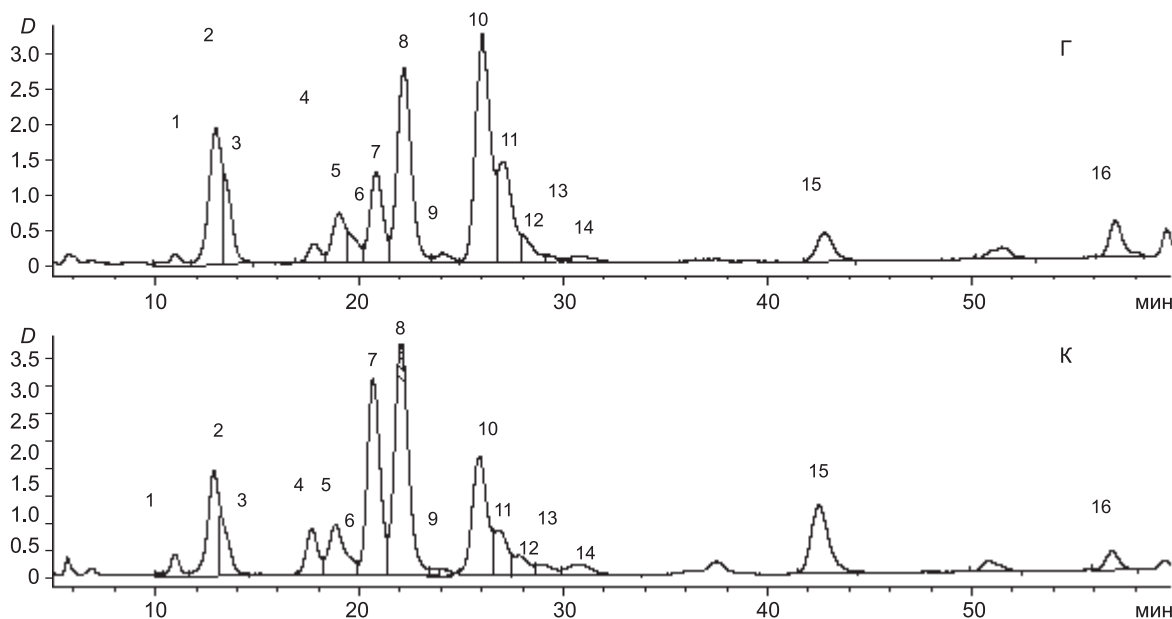


Рис. 3. Хроматограмма экстракта из листьев *P. fruticosa* из уличной посадки (Г) и фоновых условий (К):

4 – гиперозид ($t_R = 17.48$ мин); 5 – изокверцитрин ($t_R = 18.69$ мин); 6 – рутин ($t_R = 18.69$ мин); 7 – эллаговая кислота ($t_R = 21.65$ мин); 8 – эфир эллаговой кислоты ($t_R = 22.32$ мин); 10 – авикулярин ($t_R = 26.46$ мин); 12 – кверцитрин ($t_R = 27.84$ мин); 13 – астрагалин ($t_R = 30.59$ мин); 15 – кверцетин ($t_R = 42.77$ мин); 16 – кемпферол ($t_R = 57.98$ мин); 1–3, 9, 11 и 14 – неидентифицированные компоненты. По оси абсцисс – время удерживания, мин; по оси ординат – единицы оптической плотности (D).

Выявлено, что в экстрактах надземных органов лапчатки кустарниковой, произрастающей в условиях крупного промышленного центра и контроля, содержится не менее 16 соединений фенольной природы (рис. 3).

При сравнении хроматограмм экстрактов исследуемых образцов установлено, что качественный состав фенольного комплекса листьев, стеблей и репродуктивных органов лапчатки кустарниковой из городских условий и контроля не изменяется.

На основании полученных спектральных данных (УФ- и масс-спектропии) и сопоставления времен удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов с временами удерживания пиков стандартных образцов определены шесть флавонолгликозидов – гиперозид, изокверцитрин, рутин, авикулярин, кверцитрин и астрагалин, два агликона флавонолов – кверцетин и кемпферол, а также эллаговая кислота и ее эфир. Изокверцитрин и астрагалин были выделены нами ранее из исследуемого растения, идентифицированы по результатам хроматографического анализа, данным спектроскопии УФ и ЯМР ^1H и ^{13}C (Шкель и др., 1997) и использованы в настоящей работе в качестве метчиков. Во время хроматографирования не удалось достичь четкого разделения изокверцитрина и рутина, поэтому рассчитано их суммарное содержание. Остальные компоненты (1–3, 9, 11, 14) пока не идентифицированы, но в процессе ВЭЖХ в режиме “on-line” были зарегистрированы УФ-спектры, на основании которых они отнесены к флавоноидным структурам.

В ответ на техногенное воздействие биосинтез ФС в городских растениях изменяется относительно контроля. На уровне общего содержания ФС наиболее существенные изменения отмечены в листьях. В уличной посадке в ответ на техногенное воздействие общее содержание ФС снижается в 2 раза относительно контроля, что может свидетельствовать об угнетении физиологических механизмов, снижающих

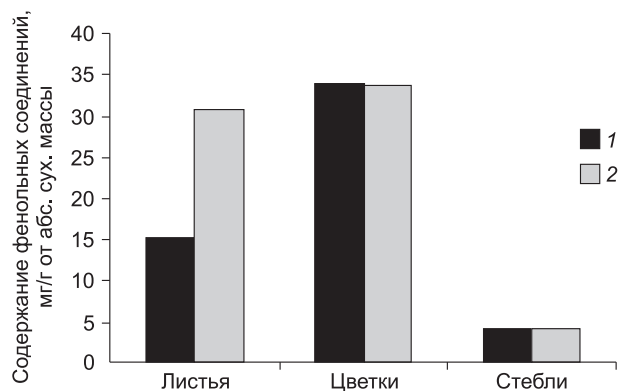


Рис. 4. Содержание фенольных соединений в растениях *P. fruticosa* из уличной посадки (1) и фоновых условий (2).

токсическое воздействие компонентов промышленных выбросов (рис. 4).

Анализ содержания флавонолгликозидов (гликозидов кверцетина и гликозидов кемпферола по отдельности) показал количественное преобладание гликозидов кверцетина по сравнению с гликозидами кемпферола вне зависимости от органа растения и условий произрастания. В листьях городских растений содержание гликозидов кверцетина и кемпферола уменьшилось в 1.4–1.5 раза по сравнению с контролем. В цветках эти изменения менее заметны. В стеблях растений из уличной посадки концентрация гликозидов кверцетина снизилась в 2.3 раза по сравнению с контролем, но концентрация гликозидов кемпферола напротив возросла на 22 % (рис. 5).

Содержание индивидуальных компонентов в листьях городских растений уменьшается в 1.1–4.9 раза по сравнению с контролем, за исключением гиперозид, концентрация которого возрастает на 30 % (рис. 6).

Наиболее отзывчивыми на повышение уровня техногенного фактора в листьях являются авикулярин, эллаговая кислота, ее эфир, компоненты 1, 3, 14, кверцитрин, гиперозид, кверцетин.

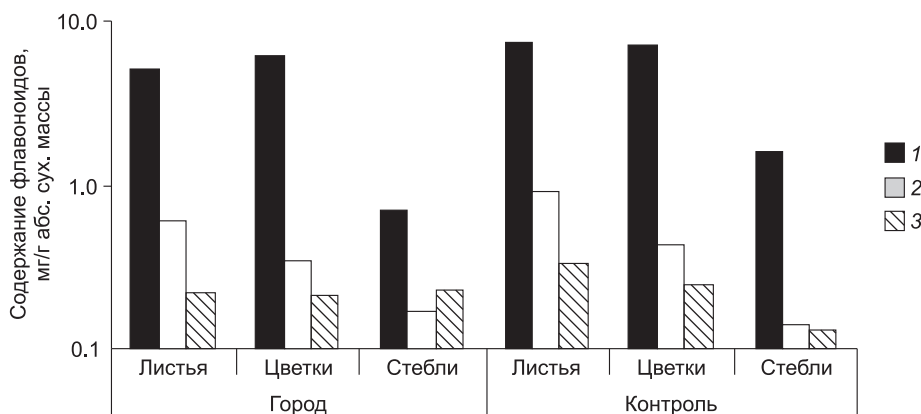


Рис. 5. Содержание флавонолгликозидов и агликонов в разных органах *P. fruticosa* из уличной посадки (город) и фоновых условий (контроль):

1 – гликозиды кверцетина; 2 – гликозиды кемпферола; 3 – сумма агликонов.

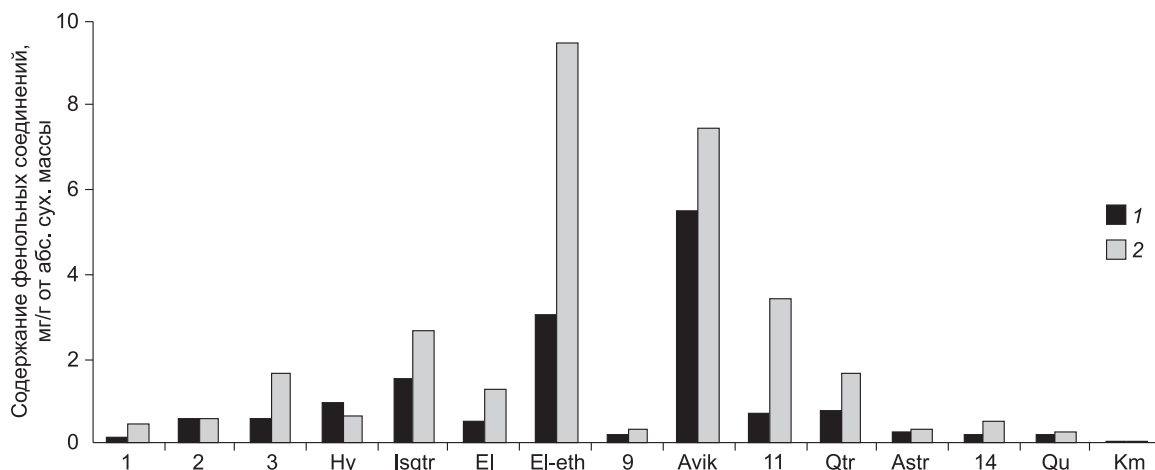


Рис. 6. Содержание компонентов в листьях *P. fruticosa* из уличной посадки (1) и фоновых условий (2):

Hy – гиперозид; Isqtr – изокверцитрин + рутин; El – эллаговая кислота; El-eth – эфир эллаговой кислоты; Avik – авикулярин; Qtr – кверцитрин; Astr – астрагалин; Qu – кверцетин; Km – кемпферол; 1–3, 9, 11 и 14 – неидентифицированные компоненты.

В результате исследования установлено, что растения *P. fruticosa* в ответ на промышленно-транспортное влияние в городских условиях проявляют реакцию, заключающуюся в сокращении размеров ассимиляционных органов, длины годичных побегов,

черешка листа и в процессах снижения синтеза ФС. Выявлено, что в точке отбора образцов лапчатки кустарниковой в уличной посадке значение ФА равняется 5 баллам, т. е. установлен высокий уровень загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

- Встовская Т.Н.** Древесные растения – интродуценты Сибири (*Lonicera-Sorbus*). Новосибирск, 1986. 288 с.
- Древесные растения для озеленения Новосибирска.** Новосибирск, 2008. 303 с.
- Запрометов М.Н.** Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях. М., 1993. 272 с.
- Захаров В.М.** Асимметрия животных. М., 1987. 216 с.
- Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С.** Здоровье среды: Практика оценки. М., 2000. 320 с.
- Ильин В.Б., Сысо А.И.** Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск, 2001. 228 с.
- Кузнецов М.Н., Голышкин Л.В.** Сравнительная характеристика особенностей флуктуирующей асимметрии листьев яблони в разных экологических условиях // С.-х. биология. 2008. № 3. С. 72–77.
- Морякина В.А.** Использование деревьев и кустарников западно-сибирской флоры для озеленения пунктов подтаежной полосы Западной Сибири // Растительные ресурсы Сибири, Урала и Дальнего Востока. Новосибирск, 1965. С. 347–352.
- Николаева И.Г., Хобракова В.Б., Арьяева М.М.** Пятилистник кустарниковый (Курильский чай кустарниковый). Улан-Удэ, 2001. 110 с.
- Пивкин В.М., Чиндяева Л.Н.** Экологическая инфраструктура сибирского города (на примере Новосибирской агломерации). Новосибирск, 2002. 184 с.
- Триль В.М., Волхонская Т.А., Шкель Н.М.** Особенности накопления БАВ в курильском чае кустарниковом в природе и культуре // Особенности акклиматизации многолетних интродуцентов, накапливающих биологически активные вещества: Тез. докл. Краснодар, 1995. С. 239–242.
- Трубина Л.К.** Стереомодели в изучении биологических объектов. Новосибирск, 2006. 136 с.
- Харборн Д.** Введение в экологическую биохимию. М., 1985. 312 с.
- Храмова Е.П.** Динамика содержания флавонолов в надземных органах *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz различных экотипов, выращиваемых в Новосибирске // Раст. ресурсы. 1999. Вып. 4. С. 31–38.
- Храмова Е.П., Комаревцева Е.К.** Изменчивость флавоноидного состава листьев *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) разных возрастных состояний в условиях Горного Алтая // Там же. 2008. Вып. 3. С. 96–102.
- Шкель Н.М., Храмова Е.П., Кузаков Е.В., Волхонская Т.А., Триль В.М.** Фенольные соединения *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. Т. 5, № 1. С. 123–127.
- Davidson C.G., Lenz L.M.** Experimental taxonomy of *Potentilla fruticosa* // Can. J. Bot. 1989. V. 67, No. 12. P. 3520–3528.
- Harborne J.B., William C.A.** Advances in flavonoid research since 1992 // Phytochemistry. 2000. V. 55. P. 481–504.
- Innes R.L., Remphrey W.R., Lenz L.M.** An analysis of the development of single and double flowers in *Potentilla fruticosa* // Can. J. Bot. 1989. V. 67, No. 4. P. 1071–1079.
- Tomczyk M., Pleszczycka M., Wiater A.** Variation in Total Polyphenolics Contents of Aerial Parts of *Potentilla* Species and Their Anticariogenic Activity // Molecules. 2010. V. 15. P. 4639–4651.